

P800915/JP/1

D5

FUEL INJECTION SYSTEM

Publication number: JP11082224

Publication date: 1999-03-26

Inventor: OTOME KIMINAGA; INOUE SEIJI

Applicant: YAMAHA MOTOR CO LTD

Classification:

- International: **F02D1/08; F02M47/00; F02M51/00; F02M51/06; F02M57/02; F02D1/08; F02M47/00; F02M51/00; F02M51/06; F02M57/00; (IPC1-7): F02M51/00; F02D1/08; F02M47/00; F02M51/06; F02M57/02**

- European:

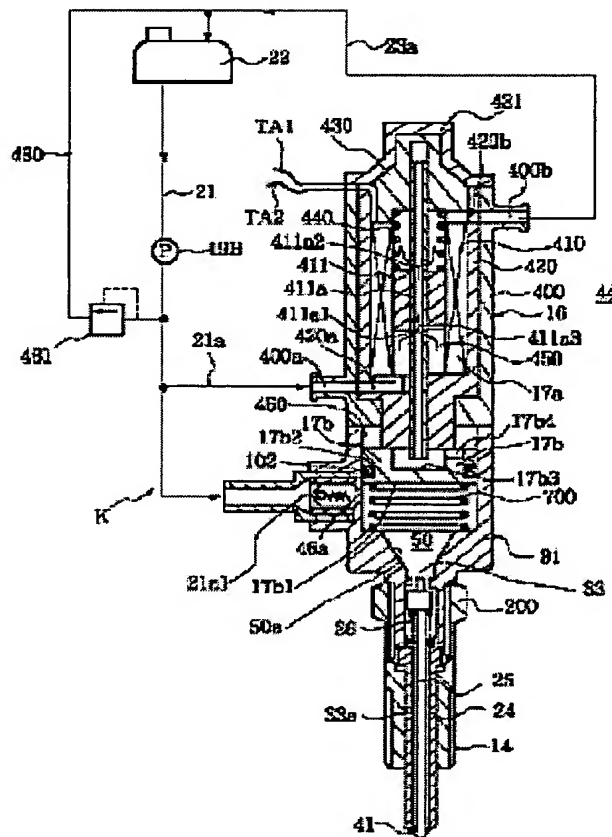
Application number: JP19970248029 19970912

Priority number(s): JP19970248029 19970912

Report a data error here

Abstract of JP11082224

PROBLEM TO BE SOLVED: To feed an impulsive injection element with power repeatedly at the specified timing without being enlarged in size. **SOLUTION:** In this fuel injection system equipped with a fuel injection unit 44 and a supply energy control means controlling a supply of power to this unit 44, this fuel injection unit 44 is equipped with a pressurizing chamber 50, a magnetic field generating coil 410, an impulsive injection element 17a generating an impulsive high pressure wave by beating a plunger 17b by an armature 411, and an injection valve 25 being opened in time of arrival of this impulsive high pressure wave and injecting fuel to a combustion chamber, respectively. In succession, the supply energy control means sets a second terminal TA2 the positive potential in relation to a first terminal TA1, generating a reverse magnetic field in a core part space and, after the armature 411 is separated from the plunger 17b, it sets the first terminal TA1 to the positive potential in relation to the second terminal TA2, and thereby the fuel is injected by making the armature 411 collide with the plunger 17b.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-82224

(43)公開日 平成11年(1999)3月26日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F O 2 M 51/00

F 0 2 D 1/08

F O 2 M 47/00

FI

F 0 2 M 51/00

F 0 2 D 1/08

F 0 2 M 47/00

E

B

C

F

E

審査請求 未請求 請求項の数5 OL (全 15 頁) 最終頁に続く

(21)出題番号

特願平9-248029

(22) 出題目

平成9年(1997)9月12日

(71)出題人 000010076

ヤマハ発動機株式会社

静岡県磐田市新貝2500番地

(72) 発明者 乙▲め▽ 公修

静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発動機
株式会社内

(72)発明者 井上 清治

静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発動機
株式会社内

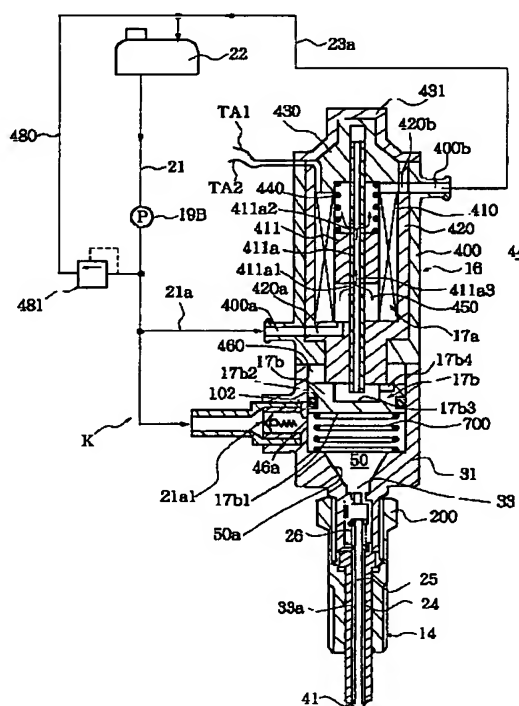
(74)代理人 弁理士 鶴若 俊雄

(54) 【発明の名称】 燃料噴射装置

(57)【要約】 (修正有)

【課題】大型化することなく、かつ所定のタイミングで衝撃的噴射素子へ繰り返し電力供給を可能とする燃料噴射装置を提供する。

【解決手段】燃料噴射ユニット４４と、この燃料噴射ユニット４４への電力供給を制御する供給エネルギー制御手段を備えた、燃料噴射装置において、燃料噴射ユニット４４は、加圧室５０と、磁界発生コイル４１０と、プランジャ１７ｂをアーマチャ４１１により殴打することにより衝撃的高圧波を発生させる衝撃的噴射素子１７ａと、衝撃的高圧波の到達時間となり燃焼室に燃料を噴射する噴射弁２５とを備え、前記供給エネルギー制御手段は、第１の端子ＴＡ１に対して第２の端子ＴＡ２を正電位として芯部空間に逆方向の磁界を発生させ、アーマチャ４１１をプランジャ１７ｂより離間させた後、第２の端子ＴＡ２に対して第１の端子ＴＡ１を正電位とし、アーマチャ４１１をプランジャ１７ｂに衝突させることにより燃料噴射させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃焼室に臨むように燃料噴射ユニットと、この燃料噴射ユニットへの電力供給を制御する供給エネルギー制御手段とを備え、この燃料噴射ユニットにより燃料を前記燃焼室に噴射する燃料噴射装置において、前記燃料噴射ユニットは、液体燃料供給源と燃料入口により連通する加圧室と、磁界発生コイルと、この磁界発生コイルの芯部空間に配置され移動可能なアーマチャと前記加圧室に臨むプランジャからなり、この磁界発生コイルの両端の内、第1の端子に対して第2の端子を正電位とする電力供給を受けて前記芯部空間に磁界を発生させ、短時間で前記アーマチャを移動させ、前記プランジャを前記アーマチャにより殴打することにより前記プランジャ近傍に衝撃的高圧波を発生させる衝撃的噴射素子と、衝撃的高圧波の到達時間となり前記燃焼室に燃料を噴射可能とする噴射弁を配置した噴射口と、この噴射口と前記加圧室を連通する噴射通路とを備え、前記供給エネルギー制御手段は、前記第1の端子に対して第2の端子を正電位として前記芯部空間に逆方向の磁界を発生させ、前記アーマチャを前記プランジャより離間させた後、第2の端子に対して第1の端子を正電位とし、前記アーマチャを前記プランジャに衝突させることにより燃料噴射させるようにしたことを特徴とする燃料噴射装置。

【請求項2】 前記第1の端子に対して第2の端子を正電位として前記芯部空間に逆方向の磁界を発生させ、前記アーマチャを前記プランジャより離間させる時、前記アーマチャを弾発部材で支持し、この弾発部材を変位させて磁界から前記アーマチャに作用するエネルギーを前記弾発部材に蓄えるようにさせたことを特徴とする請求項1記載の燃料噴射装置。

【請求項3】 燃焼室に臨むように燃料噴射ユニットと、この燃料噴射ユニットへの電力供給を制御する供給エネルギー制御手段を備え、この燃料噴射ユニットにより燃料を前記燃焼室に噴射する燃料噴射装置において、前記燃料噴射ユニットは、液体燃料供給源と燃料入口により連通する加圧室と、磁界発生コイルと、この磁界発生コイルの芯部空間に配置され一端がユニットケーシングに固定され、他端が直接あるいはプランジャを介して前記加圧室に臨む磁気歪部材からなり、この磁界発生コイルの両端の内、第1の端子に対して第2の端子を正電位とする電力供給を受けて前記芯部空間に磁界を発生させ、短時間で前記磁気歪部材を伸長させ、前記他端あるいは前記プランジャ近傍に衝撃的高圧波を発生させる衝撃的噴射素子と、衝撃的高圧波の到達時間となり前記燃焼室に燃料を噴射可能とする噴射弁を配置した噴射口と、この噴射口と前記加圧室を連通する噴射通路と、前記供給エネルギー制御手段は、前記第1の端子に対して第2の端子を正電位として前記芯部空間に逆方向の磁界を発生させ、前記磁気歪部材を収縮させた後、第2の端子に対

して第1の端子を正電位とし、前記磁気歪部材を伸長させるようにしたことを特徴とする燃料噴射装置。

【請求項4】 前記供給エネルギー制御手段は、第1の所定のクランク角において、前記第1の端子と第2の端子との電位差を低電位あるいは0に保持した状態から、第1の端子に対して第2の端子を正電位に変化させ、この変化後第2の所定のクランク角において、前記第1の端子に対する第2の端子の正電位状態から第2の端子に対して第1の端子を正電位に変化させ、この変化後第3の所定のクランク角において、前記第2の端子に対する第1の端子の正電位状態から前記第1の端子と第2の端子との電位差を低電位あるいは0にするように変化させ、次の第1の所定のクランク角まで、前記第1の端子と第2の端子との電位差を低電位あるいは0に保持するようにしたことを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の燃料噴射装置。

【請求項5】 前記供給エネルギー制御手段は、第1の所定のクランク角において、前記第1の端子と第2の端子との電位差を低電位あるいは0に保持した状態から、第1の端子に対して第2の端子を正電位に変化させ、この変化後第2の所定のクランク角において、前記第1の端子に対する第2の端子の正電位状態から第2の端子に対して第1の端子を正電位に変化させ、この変化後所定回、前記第2の端子に対して第1の端子が正電位の状態から、第1の端子に対して第2の端子を正電位への変化と、この変化後第2の端子に対して第1の端子を正電位への変化とを繰返した後、前記第2の端子に対する第1の端子の正電位状態から前記第1の端子と第2の端子との電位差を低電位あるいは0にするように変化させ、次の第1の所定のクランク角まで、前記第1の端子と第2の端子との電位差を低電位あるいは0に保持するようにしたことを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の燃料噴射装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、衝撃的高圧により燃料を噴射する燃料噴射装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】出願人は燃料噴射装置として、特願平8-219672号において内燃機関の燃焼室に高圧で燃料を噴射する燃料噴射装置を提案しており、この燃料噴射は衝撃的な高圧で噴射でき噴霧の微粒化の面で有利である。このような燃料噴射装置で加圧源部分に圧電素子あるいは磁気歪部材などの衝撃的噴射素子を用いると、比較的簡単な構造で燃料を衝撃的に高圧にでき噴霧の微粒化を得ることができる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、衝撃的噴射素子の内磁界発生制御を利用するものへの電圧付加開始あるいは電流供給開始の方法、電圧付加解除あるい

は電流供給停止の方法について具体的に開示していない。この従来の方法によっては、十分に燃料を噴射するようにするために燃料噴射装置が大型化してしまう問題がある。

【0004】この発明は、かかる点に鑑みてなされたもので、大型化することなく、十分に燃料を噴射可能とし、かつ所定のタイミングで衝撃的噴射素子へ繰り返し電力供給を可能とする燃料噴射装置を提供することを目的としている。

【0005】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決し、かつ目的を達成するため、この発明は以下のように構成される。

【0006】請求項1記載の発明は、『燃焼室に臨むように燃料噴射ユニットと、この燃料噴射ユニットへの電力供給を制御する供給エネルギー制御手段とを備え、この燃料噴射ユニットにより燃料を前記燃焼室に噴射する燃料噴射装置において、前記燃料噴射ユニットは、液体燃料供給源と燃料入口により連通する加圧室と、磁界発生コイルと、この磁界発生コイルの芯部空間に配置され移動可能なアーマチャと前記加圧室に臨むプランジャからなり、この磁界発生コイルの両端の内、第1の端子に対して第2の端子を正電位とする電力供給を受けて前記芯部空間に磁界を発生させ、短時間で前記アーマチャを移動させ、前記プランジャを前記アーマチャにより殴打することにより前記プランジャ近傍に衝撃的高圧波を発生させる衝撃的噴射素子と、衝撃的高圧波の到達時間となり前記燃焼室に燃料を噴射可能とする噴射弁を配置した噴射口と、この噴射口と前記加圧室を連通する噴射通路とを備え、前記供給エネルギー制御手段は、前記第1の端子に対して第2の端子を正電位として前記芯部空間に逆方向の磁界を発生させ、前記アーマチャを前記プランジャより離間させた後、第2の端子に対して第1の端子を正電位とし、前記アーマチャを前記プランジャに衝突させることにより燃料噴射させるようにしたことを特徴とする燃料噴射装置。』である。

【0007】この請求項1記載の発明によれば、磁界が逆方向から変化するので、磁界の変化量を大きくとれ、大きな運動エネルギーをアーマチャに与えることができ、大きな衝撃的高圧を発生できるため、装置を大型化することなく燃料の噴射量を増大できる。

【0008】請求項2記載の発明は、『前記第1の端子に対して第2の端子を正電位として前記芯部空間に逆方向の磁界を発生させ、前記アーマチャを前記プランジャより離間させる時、前記アーマチャを弾発部材で支持し、この弾発部材を変位させて磁界から前記アーマチャに作用するエネルギーを前記弾発部材に蓄えるようにさせたことを特徴とする請求項1記載の燃料噴射装置。』である。

【0009】この請求項2記載の発明によれば、逆方向

の磁界が作用するエネルギーを弾発部材に蓄えることができるので、弾発部材の弾性エネルギーと、大きな磁界の変化量の両方により、より大きな運動エネルギーをアーマチャに与えることができ、大きな衝撃的高圧を発生できるため、装置を大型化することなく燃料の噴射量を増大できる。

【0010】請求項3記載の発明は、『燃焼室に臨むように燃料噴射ユニットと、この燃料噴射ユニットへの電力供給を制御する供給エネルギー制御手段を備え、この燃料噴射ユニットにより燃料を前記燃焼室に噴射する燃料噴射装置において、前記燃料噴射ユニットは、液体燃料供給源と燃料入口により連通する加圧室と、磁界発生コイルと、この磁界発生コイルの芯部空間に配置され一端がユニットケーシングに固定され、他端が直接あるいはプランジャを介して前記加圧室に臨む磁気歪部材からなり、この磁界発生コイルの両端の内、第1の端子に対して第2の端子を正電位とする電力供給を受けて前記芯部空間に磁界を発生させ、短時間で前記磁気歪部材を伸長させ、前記他端あるいは前記プランジャ近傍に衝撃的高圧波を発生させる衝撃的噴射素子と、衝撃的高圧波の到達時間となり前記燃焼室に燃料を噴射可能とする噴射弁を配置した噴射口と、この噴射口と前記加圧室を連通する噴射通路と、前記供給エネルギー制御手段は、前記第1の端子に対して第2の端子を正電位として前記芯部空間に逆方向の磁界を発生させ、前記磁気歪部材を収縮させた後、第2の端子に対して第1の端子を正電位とし、前記磁気歪部材を伸長させるようにしたことを特徴とする燃料噴射装置。』である。

【0011】この請求項3記載の発明によれば、逆方向の磁界が作用するエネルギーを磁気歪部材に蓄えることができるので、磁気歪部材の弾性エネルギーと、大きな磁界の変化量の両方により、より大きな運動エネルギーをプランジャに与えることができ、大きな衝撃的高圧を発生できるため、装置を大型化することなく燃料の噴射量を増大できる。

【0012】請求項4記載の発明は、『前記供給エネルギー制御手段は、第1の所定のクランク角において、前記第1の端子と第2の端子との電位差を低電位あるいは0に保持した状態から、第1の端子に対して第2の端子を正電位に変化させ、この変化後第2の所定のクランク角において、前記第1の端子に対する第2の端子の正電位状態から第2の端子に対して第1の端子を正電位に変化させ、この変化後第3の所定のクランク角において、前記第2の端子に対する第1の端子の正電位状態から前記第1の端子と第2の端子との電位差を低電位あるいは0にするように変化させ、次の第1の所定のクランク角まで、前記第1の端子と第2の端子との電位差を低電位あるいは0に保持するようにしたことを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の燃料噴射装置。』である。

【0013】この請求項4記載の発明によれば、燃料を噴射しない期間において、噴射のため磁界発生コイルに負荷する逆電位及び正電位より、小さい電位を磁界発生コイルに負荷するのみであるので、電力消費量を小さくできる。また、このため、磁界発生コイルの発熱量を小さくできる。

【0014】請求項5記載の発明は、『前記供給エネルギー制御手段は、第1の所定のクランク角において、前記第1の端子と第2の端子との電位差を低電位あるいは0に保持した状態から、第1の端子に対して第2の端子を正電位に変化させ、この変化後第2の所定のクランク角において、前記第1の端子に対する第2の端子の正電位状態から第2の端子に対して第1の端子を正電位に変化させ、この変化後所定回、前記第2の端子に対して第1の端子が正電位の状態から、第1の端子に対して第2の端子を正電位への変化と、この変化後第2の端子に対して第1の端子を正電位への変化とを繰返した後、前記第2の端子に対する第1の端子の正電位状態から前記第1の端子と第2の端子との電位差を低電位あるいは0にするように変化させ、次の第1の所定のクランク角まで、前記第1の端子と第2の端子との電位差を低電位あるいは0に保持するようにしたことを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の燃料噴射装置。』である。

【0015】この請求項5記載の発明によれば、噴射しない期間において、噴射のため磁界発生コイルに負荷する逆電位及び正電位より、小さい電位を磁界発生コイルに負荷するのみであるので、電力消費量を小さくでき、また、このため、磁界発生コイルの発熱量を小さくできることに加え、複数回の噴射が可能となり、燃料の噴射量を増大できる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、この発明の燃料噴射装置について説明する。図1はこの発明に係る燃料噴射装置を2サイクル内燃機関に適用した例を示す。このエンジン1は、燃焼室40の上部を構成するシリンダヘッド2、燃焼室40の筒体を構成するシリンダブロック3、クランク室を形成するクランクケース4等により構成される。クランク室内のクランク軸5は、クランクピン6及びピストンピン7に連結されたコンロッド100を介してピストン8に連結される。シリンダヘッド2の中央部には点火プラグ13が装着される。

【0017】また、エンジン1は、クランク室に連通する吸気通路9及びシリンダ内の燃焼室40に連通する排気通路11を備えている。クランク室と燃焼室40とを、掃気通路642で連通している。吸気通路9内にはスロットル弁648及び吸気の逆流阻止のためのリード弁647が設けられる。シリンダヘッド2には、燃焼室40に臨んで、燃料噴射ユニット44が設けられる。

【0018】この燃料噴射ユニット44は、インジェク

タ14と高圧発生装置16が一体化されており、高圧発生装置16は、後述の衝撃的噴射素子17a等で構成される衝撃的高圧発生源17を有する。この衝撃的高圧発生源17は制御装置18に連結され所定のタイミングで駆動制御される。

【0019】この燃料噴射ユニット44は、燃料供給パイプ21を介して、燃料噴射ユニット44より高い位置に設けた上部に不図示のブリーザ穴を設けた気液分離フロート室646に連通する。この気液分離フロート室646は、液面を一定とするためのフロート式弁646a、燃料ポンプ19A及びフィルタ20を介して、燃料タンク22に連通する。燃料噴射ユニット44は、制御装置18により制御され、制御装置18は交流電源及び交直変換回路からなる電源回路645に接続される。なお、この燃料噴射ユニット44は、図1の一点鎖線で示したように、シリンダブロック3の側壁面あるいは吸気通路9に設けてもよい。さらに、燃料噴射ユニット44と気液分離フロート室646の上部を結ぶ戻り燃料パイプ23が設けられる。

【0020】この構成により、燃料噴射ユニット44内の不図示の加圧室、噴射通路、弁手段の気泡は、エンジン1停止中に戻り燃料パイプ23へ入り、フロート室646方向に浮力により移動する。気泡が加圧室に入るのは、弁手段より噴射通路が上位にあり、噴射通路より加圧室が上位にあるからである。また、気泡が加圧室から戻り燃料パイプ23へ入るのは、戻り燃料パイプ23の加圧室側開口が、加圧室の上部にあるからである。戻り燃料パイプ23の加圧室側開口が、燃料供給パイプ21端部の不図示の導入ポートより上位にあると、確実に戻り燃料パイプ23内へ気泡を導くことができる。一方、燃料供給パイプ21中の気泡は、エンジン1停止中に浮力によりフロート室646内に移動する。

【0021】エンジン1運転中は、燃料噴射ユニット44が作動し、衝撃的高圧波発生による噴射と、噴射により加圧室に発生する負圧とフロート室646の燃料油面によるヘッド（正圧）とによる加圧室への燃料移動とが交互に連続して発生する。加圧室への燃料移動時、戻り燃料パイプ23内の加圧室寄り部分に気泡があると、気泡が再び加圧室内に戻ることになるので、戻り燃料パイプ23内にフロート室646方向のみに流れを許容する逆止弁を配置すると、エンジン1運転中にも確実にエア抜きができる。衝撃的高圧波は、発生面の法線方向に強い指向性があるので、燃料噴射時の戻り燃料パイプ23内への燃料押し出し量（噴射洩れ量）は僅かである。この僅かな戻り燃料パイプ23内への燃料押し出し作用により、戻り燃料パイプ23内の気泡は確実にフロート室646へ移動し分離される。なお、燃料噴射時の燃料供給パイプ21内への燃料押し出し量（燃料洩れ量）は僅かではあるが、燃料供給パイプ21内に加圧室方向のみに流れを許容する逆止弁を配置すると、噴射洩れ量を少

なくできる。

【0022】また、燃料供給パイプ21に燃料ポンプ19Bを設けることができ、戻り燃料パイプ23に調圧弁101を設ける。この調圧弁101により燃料循環経路Kは所定圧力に維持され、安定した余圧を負荷することが可能であるため、燃料噴射ユニット44の作動により正確な噴射ができる。この場合には気液分離フロート室646は、液面を一定とするためのフロート式弁646aが不要となるが、上限レベル検知センサS11と下限レベル検知センサS21から構成される燃料レベルメータを設けるようにする。気液分離フロート室46の燃料レベルが下限レベル検知センサS21の位置より下がると、燃料ポンプ19Aを駆動してフィルタ20を介して燃料を燃料タンク22から供給し、上限レベル検知センサS11が燃料を検知すると燃料の供給を停止する。

【0023】この実施例のエンジン1ではさらに、オイルを供給するために潤滑油噴射装置を用いている。649はオイル噴射ユニットであり、前述の高圧発生装置16が用いられる。このオイル噴射ユニット649からオイル配管653、654を介してインジェクタ655からクランク室及びシリンダ内にオイルが噴射される。オイル噴射ユニット649にはストレーナ652を介してオイルタンク651からオイルポンプ650によりオイルが供給される。このオイル噴射ユニット649は、前述と同様に、高圧発生源を有し、衝撃的高圧によりインジェクタ655からオイルを噴射するものであり、その構成や衝撃的高圧波の発生原理や作用及び噴射動作は前記各実施例と同じである。なお、加圧室には一つの衝撃的高圧発生部に対向した位置にオイル配管653に各々連通する複数の潤滑油吐出ポートが設けられる。この潤滑油噴射装置にも、上記したようなエア抜き手段を配置することにより、簡単にエア抜きが可能となる。

【0024】以下、この発明の燃料噴射装置について説明する。図2は燃料噴射装置の実施の形態の概略構成図である。この実施の形態では、図1で示す気液分離フロート室646は廃止され、燃料タンク22から直接燃料が燃料ポンプ19により導かれて燃料噴射ユニット44に送られるようにされる。また、燃料噴射ユニット44からの戻り燃料パイプ23は燃料タンク22の上部に連結される。

【0025】高圧発生装置16とインジェクタ14が、一体にユニットに形成され、この燃料噴射ユニット44は、燃料噴射の応答性がよく、かつコンパクトな構造になっている。インジェクタ14は、先端に噴射口41が形成されたケース本体24を有し、この噴射口41に噴射弁25が装着される。噴射弁25はスプリング26により常に閉方向に付勢される。このインジェクタ14には、ケース200を介してケース本体31に接続され一体になっている。インジェクタ14において、衝撃的高圧波が伝播してくると、噴射弁25の内側面に衝突し

らに昇圧する。そして、そのエネルギーにより、スプリング26に抗して噴射弁25が押し開かれ、噴射通路33aから導かれた燃料が噴射口41から噴射される。

【0026】ケース本体31の内部に加圧室50が形成され、このケース本体31にはアルミニウム合金製ケース400が接合固定されている。このケース本体31及びアルミニウム合金製ケース400内には、衝撃的噴射素子17aが内蔵されている。この衝撃的噴射素子17aは、主にシリンダ420内に配置された磁界発生コイル410と、この磁界発生コイル410の芯部空間に配置され移動可能な永久磁石からなるアーマチャ411と加圧室50に臨むプランジャ17bからなり、この磁界発生コイル410の両端の内、第1の端子TA1に対して第2の端子TA2を正電位とする電力供給を受けて芯部空間に磁界を発生させ、短時間でアーマチャ411を移動させ、プランジャ17bをアーマチャ411により殴打することによりプランジャ近傍に衝撃的高圧波を発生させる。

【0027】シリンダ420は、アルミニウム合金製ケース400に鋳込まれて磁気回路を構成する。アーマチャ411には、パイプ状のハンマー411aが一体化され、磁気回路を構成する。ハンマー411aの一端はシリンダ420に移動可能に支持され、他端はキャップ430に移動可能に支持されている。アーマチャ411とキャップ430との間には、バネ440が配置され、アーマチャ411をプランジャ17b方向へ付勢する。キャップ430は、アルミニウム合金製キャップ431に鋳込まれて磁気回路を構成している。アルミニウム合金製キャップ431と、シリンダ420及びアルミニウム合金製ケース400との間から磁界発生コイル410の第1及び第2の端子TA1、TA2がそれぞれケース400の内外を密閉した状態で取り出され、図1の制御装置18で電圧制御される。

【0028】プランジャ17bは、衝撃的噴射素子17aの断面より大きい衝撃的加圧面17b1を有する。このプランジャ17bは、衝撃的噴射素子17aと別部品であり、ケース本体31内に配置されている。プランジャ17bの外周には環状の凹部17b2が形成され、この凹部17b2に衝撃的噴射素子17a側と加圧室50とを区画するシール部材102を備えている。シール部材102はOリング等で構成され、シール部材102の位置は、プランジャ17bの途中部に設けられる。

【0029】加圧室50にはバネ700が配置され、このバネ700により常にプランジャ17bはシリンダ420の端部に当接するように付勢される。プランジャ17bには、凹部17b3が形成され、この凹部17b3はアーマチャ411に一体化されたパイプ状のハンマー411aの先端に対向している。

【0030】また、プランジャ17bのストローク長は、衝撃的噴射素子17aのストロークや変形量に対し

て十分確保でき、反力は燃料圧と摩擦力によるもので余分な力は掛からない。また、筒状のケース本体31が熱変形を起こした場合でも作動ストロークの変位量は衝撃的噴射素子17aの変位だけとなるため計量精度には影響しない。また、加圧室50の形状の自由度が高く、しかもエアが溜りにくい。なお、この実施の形態においては、加圧室内壁50aを漏斗状にしている。

【0031】この加圧室内燃料に対する衝撃的高圧波を付与する衝撃的加圧面17b1に対向する側の加圧室内壁50aの端部に加圧室50に臨んで燃料吐出ポート33が開口する。この燃料吐出ポート33は、噴射通路33aと連通し、この噴射通路33aは噴射口41と加圧室50を連通し、噴射口41には衝撃的高圧波の到達時間となり燃焼室40に燃料を噴射可能とする噴射弁25が配置されている。

【0032】プランジャ17bの衝撃的加圧面17b1に直交する筒状のケース本体31の側面、即ち、高圧波が伝播する進行方向に対する直角な側面には、燃料入口46aが加圧室50に臨んで開口し、加圧室50は燃料入口46aにより燃料供給源と連通している。即ち、燃料入口46aには燃料供給パイプ21が接続され、燃料入口46aの近傍上流部にはスプリングでバックアップされた逆止弁21aが配置される。燃料供給パイプ21は燃料タンク22に接続され、燃料供給パイプ21には燃料ポンプ19Bが配置されている。

【0033】燃料供給パイプ21は、燃料ポンプ19Bの下流側で分岐され、この分岐燃料供給パイプ21aはアルミニウム合金製ケース400に形成された燃料入口400aに接続される。燃料入口400aから供給された燃料は、シリンダ420に形成された燃料通路420aを介して磁界発生コイル410を収納する収納室450の一方に導かれ、磁界発生コイル410及びシリンダ420を冷却する。

【0034】パイプ状のハンマー411aには、アーマチャ411の両側に連通孔411a1、411a2が形成されている。ハンマー411a内の燃料通路411a3は、凹部17b3に連通しており、連通孔411a1からハンマー411a内の燃料通路411a3に供給された燃料は、燃料通路411a3から凹部17b3はプランジャ17bに形成された連通溝17b4を介してプランジャ17bとアルミニウム合金製ケース400との間に形成された燃料溜り460に導かれ、燃料によりシリンダ420及びアルミニウム合金製ケース400を冷却する。

【0035】また、ハンマー411a内の燃料通路411a3に供給された燃料は、連通孔411a2から燃料通路411a3から収納室450の他方に導かれ、シリンダ420に形成された燃料通路420bを介してアルミニウム合金製ケース400に形成された燃料出口400bに導かれる。燃料出口400bには戻り燃料パイプ

23aが接続され、冷却に使用された燃料は戻り燃料パイプ23aを介して燃料タンク22に戻され、特別な冷却装置を備えることなく、簡単な構造で衝撃的噴射素子17aを冷却することができ、より燃料の噴射精度が向上する。

【0036】燃料供給パイプ21の燃料ポンプ19Bと分岐燃料供給パイプ21aの分岐部との間と、戻り燃料パイプ23aとの間には調圧パイプ480が接続され、この調圧パイプ480には調圧弁481が配置され、燃料供給系の圧力変動を抑える。

【0037】このような構成の燃料噴射装置において、加圧室50内に燃料を充填した状態で、衝撃的高圧発生源17の衝撃的噴射素子17aの磁界発生コイル410の両端の内、第2の端子TA2に対して第1の端子TA1を正電位とする電力供給を行うと、これにより芯部空間に例えば、磁力線の方向がプランジャ17bの方向となる磁界が発生し、磁界が作用する時磁力線方向に力を受けるように配置した永久磁石からなるアーマチャ411を、短時間でプランジャ17bの方向に移動させることができ、アーマチャ411のハンマー411aがプランジャ17bを殴打する。このため、加圧室50のプランジャ近傍に衝撃的高圧波が発生する。

【0038】なお、このアーマチャ411の動きに先行し、第1の端子TA1に対して第2の端子TA2を正電位とする電力供給を行うと、磁界発生コイル410に流れる電流の向きが反転するので、芯部空間に磁力線の方向がプランジャ17bと反対方向となる磁界が発生し、アーマチャ411はキャップ430方向に移動し、バネ440を圧縮する。すなわち、供給される電力の一部はバネ440に弾性エネルギーとして蓄えられる。この状態から上記したように第2のTA2に対して第1の端子TA1を正電位とする電力供給を行うと、磁力線の方向が反転しプランジャ17b方向となり、アーマチャ411が磁力とバネ440の弾性力の両方により移動させられ、アーマチャ411のハンマー411aがプランジャ17bを殴打し、加圧室50のプランジャ17bの衝撃的加圧面17b1近傍に衝撃的高圧波が発生する。

【0039】この衝撃的高圧波は、衝撃的加圧面17b1側からその衝撃的加圧面17b1に対し直角方向に、加圧室50の反対面側の対向する位置の燃料吐出ポート33に向かって瞬時に伝播する。この圧力波が加圧室50内を進行中に加圧室の側面に開口する燃料入口46aを通過するが、この燃料入口46aの開口方向は高圧波の進行方向に対し直角方向であるため、これを瞬時に通過し高圧波の圧力は、燃料入口46a内の燃料に対し実質上何等作用せず、高圧波のエネルギーはほとんど消費されない。衝撃的高圧発生源17の衝撃的加圧面17b1から発せられ、漏斗状の加圧室内壁50aにより集められ、さらに昇圧した衝撃的高圧波は、この面に唯一形成された燃料吐出ポート33内に進入し、噴射通路33

aに到達した衝撃的高圧波は、スプリング26に抗して噴射弁25を開き噴射口41から高圧燃料を噴射させる。

【0040】なお、プランジャ17bの外周にはシール部材102が配置されると共に、逆止弁21aにより、加圧室50とプランジャ17bで容積型のポンプとしても機能させることができ、衝撃波の電波による高圧の噴射に加え、プランジャ17bの移動により排斥される容積分の燃料を確実に噴射することができる。

【0041】図3は電力供給装置の実施の形態を示す概略構成図である。制御装置500には、パルサーコイル501あるいはクランク角センサからクランク角情報が、スロットル開度センサ502からスロットル開度情報が、エンジン回転数センサ503からエンジン回転数情報がそれぞれ入力される。これらの情報に基づき制御装置500は、メモリ510に予め記憶されている点火制御マップにより点火制御回路520に制御指令を送り、エンジンの運転状態に応じた点火タイミングで点火プラグをスパークさせる。

【0042】また、制御装置500は、メモリ510に予め記憶されている衝撃的噴射素子制御マップにより衝撃的噴射素子端子電圧制御回路530に制御指令を送る。この衝撃的噴射素子端子電圧制御回路530には、電源回路531から所定の電源電圧が与えられている。衝撃的噴射素子端子電圧制御回路530では、制御指令に基づき衝撃的噴射素子17aの第1及び第2の端子TA1、TA2の電圧を所定のタイミングで制御して衝撃的噴射素子17aを作動させて噴射口41からエンジン1の燃焼室40に燃料を噴射させる。

【0043】次に、衝撃的噴射素子17aの端子電圧制御を図4乃至図6に基づいて説明する。図4は衝撃的噴射素子の具体的な駆動回路図、図5は端子電圧及び点火信号のタイミングを説明する図、図6は端子電圧の波形及び衝撃的噴射素子の作動による圧力変動を示す図である。

【0044】図4に示すように衝撃的噴射素子の駆動回路は、図3の制御装置500、衝撃的噴射素子端子電圧制御回路530及び電源回路531をさらに具体的に構成したものであり、電荷の供給を制御する供給エネルギー制御手段を構成している。衝撃的噴射素子端子電圧制御回路530は、PNPトランジスタA、PNPトランジスタB、NPNトランジスタC及びNPNトランジスタDを有している。PNPトランジスタAのコレクタとNPNトランジスタCのコレクタが抵抗R1、R2を介して接続され、PNPトランジスタBのコレクタとNPNトランジスタDのコレクタが抵抗R3、R4を介して接続され、この抵抗R1、R2の間と、抵抗R3、R4の間に磁界発生コイル410が接続され、この接続点を第1及び第2の端子TA1、TA2としている。

【0045】PNPトランジスタAのエミッタ及びPN

PトランジスタBのエミッタには、電源回路531から所定の電圧が印加され、この実施の形態ではPNPトランジスタAのエミッタに+200Vが、PNPトランジスタBのエミッタに+100Vが印加される。NPNトランジスタCのエミッタ及びNPNトランジスタDのエミッタはアースされている。

【0046】PNPトランジスタA、PNPトランジスタB、NPNトランジスタC及びNPNトランジスタDのそれぞれのベースには、制御装置500から所定のタイミングで制御信号が入力される。

【0047】磁界発生コイル410は、十分に燃料を噴射するようにするために燃料噴射装置が大型化してしまう問題があるため、図4の衝撃的噴射素子の駆動回路では、印加電圧が衝撃的噴射素子17aの端子TA1と端子TA2間に図5に示すように印加される。即ち、所定のクランク角 θ_0 までは、電圧が印加されず、所定のクランク角 θ_0 になると、-100Vの端子TA1-端子TA2電圧が印加される。所定のクランク角 θ_0 は噴射のための予備的収縮を弾発部材であるバネ440に与えるためのクランク角であり、-100Vが印加されるとアーマチャ411がキャップ方向に移動してバネ440が収縮し、所定のクランク角 θ_1 までは-100Vが印加され、クランク角 θ_1 になると+200Vが印加される。

【0048】このクランク角 θ_1 は、燃料の噴射タイミングであり、クランク角 θ_1 から所定のクランク角 θ_2 の間に+200Vが印加される。クランク角 θ_1 において磁界発生コイル410を流れる電流の方向が反転するので、磁界発生コイル410の中央芯部の磁界の方向が180度反転し、アーマチャ411はプランジャ17bの方向に移動する。

【0049】所定のクランク角 θ_2 の後は0Vが印加される。所定のクランク角 θ_2 で電圧印加を0Vとするのは、磁界発生コイル410を流れる電流を0として磁力をなくし、アーマチャ411が磁力によりプランジャ17bを押圧する状態を解除し、次の噴射に備えるためのものであり、この時弾発部材であるバネ440は自由長状態となろうとし、プランジャ17bはバネ700によりシリンダ420の端部に当接する位置まで戻される。また、電圧印加を0Vとすることにより噴射のための磁界発生コイル410で消費される以外の無駄な電力消費を極力0とすることができ、磁界発生コイル410の温度上昇を防ぐこともできる。

【0050】燃焼室40に直接燃料を噴射する2サイクルエンジンにおいて、この所定のクランク角 θ_1 のタイミングは、2サイクルエンジンの掃気口が閉じた後で、排気口が閉じる前の排気タイミングExのときであるが、場合によっては、例えば、低負荷（小スロットル開度）の場合、排気口が閉じた後でも、あるいは高負荷（大スロットル開度）の場合掃気口が閉じる前でもよ

い。所定のクランク角 $\theta 2$ は所定のクランク角 $\theta 1$ に所定クランク角位置 α が加えられてものである。

【0051】次に、衝撃的噴射素子の駆動回路の制御を、図6に基づき説明する。所定のクランク角 $\theta 0$ までは、PNPトランジスタA及びPNPトランジスタBにはベース電流が与えられずにOFF状態にあり、NPNトランジスタC及びNPNトランジスタDにはベース電流が与えられてON状態にあり、第1及び第2の端子TA1、TA2の電圧が0Vである。

【0052】このように、所定のクランク角 $\theta 0$ までは、同電位状態a1であるから、アーマチャ411は弾発部材であるバネ440の伸長状態で位置している。

【0053】所定のクランク角 $\theta 0$ になると、PNPトランジスタBがONになり、NPNトランジスタCがOFFになり、この状態が所定のクランク角 $\theta 1$ まで維持される。このため、端子TA1の電圧は0Vのまま端子TA2の電圧が+100Vになり、端子TA1-端子TA2間の電圧は、-100Vであり、この電流逆方向期間a2で弾発部材であるバネ440が収縮する。このとき、時間t1の応答遅れがある。

【0054】所定のクランク角 $\theta 1$ になると、PNPトランジスタA及びNPNトランジスタCがONし、PNPトランジスタB及びNPNトランジスタDがOFFに切り替わり、この状態が所定のクランク角 $\theta 2$ まで維持される。このため、端子TA1が+200Vになり、端子TA2は0Vになり、端子TA1-端子TA2間の電圧は、+200Vである。この切り替わりが電流方向反転期間a3であり、電流方向が反転することにより収縮状態の弾発部材であるバネ440がプランジャ17bを加速し、さらにこの加速に加え時間t2と時間t3を加えた時間、磁力によりプランジャ17bを加速し、アーマチャ411のハンマー411aがプランジャ17bを殴打する。プランジャ17bが殴打されると、加圧室50が衝撃的に加圧されて、加圧室50内の圧力は、図6に示すように変動する。即ち、衝撃的噴射素子17aの作動により加圧室50内の衝撃的加圧面17b1直近の圧力が噴射弁の開弁圧P1以上の衝撃波b1が発生し、この衝撃波b1が噴射弁まで伝播し、これにより噴射弁が開き噴射口から燃料が噴射される。なお、P0は調圧弁による予圧圧力がある。

【0055】このように、電流方向反転期間a3において、アーマチャ411のハンマー411aがプランジャ17bを殴打し、最大正方向電流期間a4には弾発部材であるバネ440の伸長状態と弾発部材であるバネ700の収縮状態で、両バネの弾発力と磁力とがバランスする位置にプランジャ17bが保持される。

【0056】所定のクランク角 $\theta 2$ では、PNPトランジスタA及びPNPトランジスタBにはベース電流が与えられずにOFF状態になり、NPNトランジスタC及びNPNトランジスタDにはベース電流が与えられてO

N状態になり、電流減少化期間a5経過後に同電位状態a1になるため、第1及び第2の端子TA1、TA2の電圧が0Vである。このように、第1及び第2の端子TA1、TA2の電圧が0Vになると磁力がなくなり、応答遅れt4をもってプランジャ17bがバネ700により押し戻され、弾発部材であるバネ440が自由長状態となり、次の燃料噴射にそなえる。

【0057】なお、この時の急激とはならないプランジャ17bの戻りは、加圧室50内の衝撃的加圧面17b1直近に大きな負圧を発生することはない。大きな負圧が発生する場合には、この負圧が反転して加圧室50内の衝撃的加圧面17b1直近に噴射弁の開弁圧P1より大きな衝撃的な正圧が発生し、この正圧が伝播して噴射弁を開口して噴射がなされるのであるが、急激とはならないプランジャ17b戻りによっては、燃料噴射がされることはない。

【0058】また、衝撃的噴射素子17aが作動することによる加圧室50の衝撃波b1は、噴射弁で一部反射し、図6に示すように噴射弁25の開弁圧P1以上の衝撃波b2となって衝撃的加圧面17b1に戻り、この衝撃波b2は再び噴射弁25へ伝播するので、噴射弁25が開き噴射口41から燃料が噴射され、2次噴射を行うことができる。

【0059】このように、この供給エネルギー制御手段は、第1の端子TA1に対して第2の端子TA2を正電位として芯部空間に逆方向の磁界を発生させ、アーマチャ411のハンマー411aをプランジャ17bより離間させた後、第2の端子TA2に対して第1の端子TA1を正電位とし、アーマチャ411のハンマー411aをプランジャ17bに衝突させることにより燃料噴射させる。従って、磁界が逆方向から変化するので、磁界の変化量を大きくとれ、大きな磁力エネルギーに基づいて大きな運動エネルギーをアーマチャ411に与えることができ、大きな衝撃的高圧を発生できるため、装置を大型化することなく燃料の噴射量を増大できる。

【0060】また、第1の端子TA1に対して第2の端子TA2を正電位として芯部空間に逆方向の磁界を発生させ、アーマチャ411のハンマー411aをプランジャ17bより離間させる時、アーマチャ411を弾発部材であるバネ440により支持し、この弾発部材を変位させて磁界からアーマチャ411に作用するエネルギーを弾発部材であるバネ440に蓄えるようにさせている。このように、逆方向の磁界が作用するエネルギーを弾発部材に蓄えることができるので、弾発部材の弾性エネルギーと、大きな磁界の変化量の両方により、より大きな運動エネルギーをアーマチャ411に与えることができ、大きな衝撃的高圧を発生できるため、装置を大型化することなく燃料の噴射量を増大できる。

【0061】図7はこの発明に係る燃料噴射装置を適用した4サイクル内燃機関の構成図である。エンジン1

は、燃焼室40の上部を構成するシリンダヘッド2と、燃焼室40の筒体を構成するシリンダブロック3と、クランク室を形成するクランクケース4とにより構成される。クランク室内のクランク軸5は、クランクピン6及びピストンピン7に連結されたコンロッド100を介してピストン8に連結される。シリンダヘッド2には吸気通路9が設けられ、その端部に燃焼室40に臨んで吸気弁10が装着され、吸気通路9の開閉部を開閉する。また、シリンダヘッド2には、排気通路11が設けられ、その端部に燃焼室40に臨んで排気弁12が装着され、排気通路11の開閉部を開閉する。シリンダヘッド2の中央部には点火プラグ13が装着される。

【0062】この実施の形態では、燃焼室40内に直接燃料を噴射するための燃料噴射ユニット44がシリンダヘッド2の上面から燃焼室40内に臨んで設けられるが、燃料噴射ユニット44を吸気通路9に燃料を噴射するように設けてもよく、あるいはシリンダブロック3から気筒内に燃料を噴射するように設けてもよい。

【0063】この燃料噴射ユニット44は、インジェクタ14と高圧発生装置16が一体化されており、高圧発生装置16は、後述の衝撃的噴射素子17aの磁気歪部材とプランジャを含むもので構成される衝撃的高圧発生源17を有する。この衝撃的高圧発生源17は制御装置18に連結され所定のタイミングで、例えば燃焼室40内に直接燃料を噴射するものでは、爆発膨張、排気、吸気、圧縮の4行程の内、吸気行程あるいは圧縮行程において噴射すべく、駆動制御される。

【0064】燃料噴射ユニット44には、燃料供給パイプ21を介して燃料ポンプ19により、燃料タンク22から燃料が導入される。燃料タンク22内の燃料供給パイプ21の吸入口には、フィルター20が設けられている。燃料噴射ユニット44には、戻り燃料パイプ23が接続され、戻り燃料パイプ23には圧力を調整する調圧弁101が設けられている。

【0065】燃料噴射ユニット44が閉となる間中、燃料ポンプ19により常時燃料が供給され、戻り燃料パイプ23に配置した調圧弁101の上流側の圧力が所定以上の場合に調圧弁101が開となり、燃料供給パイプ21及び燃料噴射ユニット44内部の空気および気化燃料等の気泡は燃料とともに、調圧弁101を通過して不図示のエアベント孔を上部に持つ燃料タンク側の上部に戻され循環し、燃料を供給する燃料循環経路Kが形成される。

【0066】気液分離手段を兼ねる燃料タンク22で気泡が分離され、再び燃料供給パイプ21へ気泡が流れることはない。このように、燃料循環経路Kに空気が混入してもあるいは圧力低下により空気泡あるいは蒸気の気泡が発生しても、早期に空気あるいは蒸気の気泡を排出することができる。これにより、空気が混入してもあるいは気泡が発生しても、燃料供給パイプ21及び燃料噴

射ユニット44内部は燃料で満たされ、しかも、戻り燃料パイプ23からの循環に拘らず調圧弁101により燃料循環経路Kは所定圧力に維持され、安定した余圧を負荷にすることが可能であるため、燃料噴射ユニット44の作動による衝撃的高圧波が確実に伝播するとともに、衝撃的高圧波が燃料噴射ユニット44内の噴射口直前部に衝突してさらに圧力上昇するのを可能とし、正確な噴射ができる。なお、衝撃的高圧波の一部が調圧弁101に到達する時にも気泡は、調圧弁101を通過する。

【0067】図8は燃料噴射装置のさらに他の実施の形態の概略構成図であり、図8(a)は燃料噴射ユニットの断面図、図8(b)はプランジャの断面図である。この実施の形態の燃料噴射ユニット44は、高圧発生装置16とインジェクタ14が一体化され、高圧発生装置16のケース本体71aとインジェクタ14のケース本体24とで加圧室50が形成されている。

【0068】高圧発生装置16には、ケース本体71aと蓋体71bとで収納室43が設けられ、この収納室43に衝撃的高圧発生源17が収納され、衝撃的高圧発生源17は衝撃的噴射素子17aを備えている。この衝撃的噴射素子17aは、磁歪素子を用いた構成である。この磁歪素子とは、磁界発生コイル80と、その中心部に配置され磁場の中で磁力に対して伸び縮みする磁気歪部材79(例えばテルビウム、ジスプロシウム、鉛の三元系合金からなるもの)とからなるものである。磁界発生コイル80への通電量(例えば電圧、電流)を制御することにより磁気歪部材79が伸縮する。図8において、磁気歪部材79の周囲に磁界発生コイル80が巻回され、その周囲に円筒状の鉄心84が装着される。鉄心84、蓋材71b及びプランジャ17bはケイ素剛板製であり、磁気歪部材79とともに磁気回路を構成する。これにより、ケース本体71aより外部への洩れ磁束をなくし、磁界発生コイル80の中心部に大きな磁界を発生させることができる。そして、磁気歪部材79の一端が蓋体71bに固着され、他端にはプランジャ152が固定される。このプランジャ152はスプリング82の作用により常に加圧室50から引込む方向に付勢される。磁界発生コイル80は第1及び第2の端子TA1、TA2を介して図4に示す供給エネルギー制御手段に接続され、第1及び第2の端子TA1、TA2はシール用グロメット77によりシールされ、燃料が外部に洩れることを防止できる。

【0069】プランジャ152は、衝撃的噴射素子17aを構成する磁気歪部材79の断面より大きい衝撃的加圧面152aを有し、プランジャ152は、磁気歪部材79と別部品であり、磁気歪部材79の燃料側端部に設けられる。磁気歪部材79の断面より大きい衝撃的加圧面152aを有するプランジャ152を用いることで、簡単な構成でより大きな衝撃的圧力を得て効率よく燃料を供給することができる。

【0070】また、プランジャ152には凹状の燃料通路溝152bが形成され、この燃料通路溝152bが収納室43と加圧室50とを連通する。燃料通路溝152bにはプランジャ152を支持する耐摩耗用リング170が配置され、この耐摩耗用リング170はケース本体71aの開口71cに圧接し、燃料通路溝152bとは所定の隙間を有して配置され、この隙間から燃料が加圧室50から収納室43に流れるようになっている。

【0071】耐摩耗用リング170の位置は、プランジャ152の途中部に設けられ、耐摩耗用リング170を用いることで、プランジャ152のストローク長は、磁気歪部材79のストロークや変形量に対して十分確保でき、反力は燃料圧と摩擦力によるもので余分な力は掛からない。また、ケース本体71aが熱変形を起こした場合でも作動ストロークの変位量は磁気歪部材79の変位だけとなるため計量精度には影響しない。

【0072】なお、磁気歪部材79の燃料側端部の断面積を他の部分より大きくし、燃料側端部の端面で衝撃的圧力を発生させるようにしても良い。すなわち、磁気歪部材79の端部がプランジャを兼ね、端面が衝撃的加圧面となる。

【0073】インジェクタ14のケース本体24には、燃料入口46が設けられ、高圧発生装置16のケース本体71aには、燃料出口47が設けられ、燃料供給パイプ21からの燃料が燃料入口46から加圧室50に供給され、プランジャ152の側面に設けられた燃料通路溝152bを通過して収納室43に入り、収納室43からの燃料が燃料出口47から戻り燃料パイプ23へ戻される。燃料入口46には、逆止弁180が設けられ、燃料供給時に燃料供給パイプ21からの燃料を加圧室50に供給可能にし、加圧室50内の燃料を衝撃的に加圧するときに加圧室50内から燃料供給パイプ21への燃料の逆流を規制するから、より燃料の噴射精度が向上する。

【0074】また、燃料出口47には、調圧弁181が設けられ、燃料が戻り燃料パイプ23から収納室43内へ逆流することを防止するとともに、スプリング181aのバネ定数により所定燃料圧に調整することができ、燃料予圧調整機能を有する。

【0075】このように、燃料循環経路Kの途中に衝撃的高圧発生源17を収納する収納室43に燃料を循環させるように構成され、収納室43へ燃料を循環させることで、特別な冷却装置を備えることなく、簡単な構造で衝撃的高圧発生源17を冷却することができる。従って、衝撃的高圧発生源17を長時間使用しても温度が上昇しないため、衝撃的高圧発生源17の変位特性が変化することがなく燃料の噴射精度が向上する。また、加圧室50内の空気抜きも可能とする

なお、この実施の形態では、燃料を加圧室50から収納室43に循環するようにしているが、収納室43から加圧室50に循環させてもよく、この場合にはこの実施例

とは逆に逆止弁180を収納室43側に設け、調圧弁181を加圧室50側に設ける。

【0076】このように、衝撃的噴射素子17aは、磁界発生コイル80と、この磁界発生コイル80の芯部空間に配置され一端がユニットケーシングであるケース本体71aに固着され、他端が直接あるいはプランジャ152を介して加圧室50に臨む磁気歪部材79からなり、この磁界発生コイル80の両端の内、第2の端子TA2に対して第1の端子TA1を正電位とする電力供給を受けて芯部空間に磁界を発生させ、短時間で磁気歪部材79を伸長させ、他端あるいはプランジャ近傍に衝撃的高圧波を発生させ、燃料を噴射させるように構成されている。

【0077】この衝撃的噴射素子17aの端子電圧制御を図9に基づいて説明する。図9は端子電圧の波形及び衝撃的噴射素子の作動による圧力変動を示す図である。

【0078】図8に示す衝撃的噴射素子17aは、図3乃至図5に示すように電圧制御されるが、この衝撃的噴射素子の駆動回路の制御を、図6に基づき説明する。所定のクランク角 $\theta 0$ までは、同様にPNPトランジスタA及びPNPトランジスタBにはベース電流が与えられずにOFF状態にあり、NPNトランジスタC及びNPNトランジスタDにはベース電流が与えられてON状態にあり、第1及び第2の端子TA1、TA2の電圧が0Vである。

【0079】このように、所定のクランク角 $\theta 0$ までは、同電位状態a1であるから、磁気歪部材79は自由長状態である。

【0080】所定のクランク角 $\theta 0$ になると、PNPトランジスタBがONになり、NPNトランジスタCがOFFになり、この状態が所定のクランク角 $\theta 1$ まで維持される。このため、端子TA1がアースされる一方端子TA2の電圧が+100Vになり、端子TA1-端子TA2間の電圧は、-100Vであり、この電流逆方向期間a2で磁気歪部材79が収縮する。このとき、時間t1の応答遅れがある。

【0081】この磁気歪部材79が収縮により加圧室50では圧力変動があるが、PNPトランジスタBをランプ的にONさせると、加圧室50内の圧力変動を抑えることができる。即ち、衝撃的加圧面17b1が後退することにより発生する負圧が反転して発生する正圧の圧力b0が開弁圧P1より小さく、圧力b0が噴射弁まで伝播しても燃料を噴射させないことが可能である。

【0082】所定のクランク角 $\theta 1$ になると、PNPトランジスタA及びNPNトランジスタCがONし、PNPトランジスタB及びNPNトランジスタDがOFFに切り替わり、この状態が所定のクランク角 $\theta 2$ まで維持される。このため、端子TA1が+200Vになり、端子TA2は0Vになり、端子TA1-端子TA2間の電圧は、+200Vである。この切り替わりが電流方向反

転期間a3であり、電流方向が反転することにより収縮状態の磁気歪部材79が応答遅れt2をもって延びて加圧室50が加圧されて噴射口から燃料を噴射させるが、加圧室50内の圧力は、図9に示すように変動する。即ち、磁気歪部材79の作動により加圧室50内の衝撃的加圧面17b1直近の圧力が噴射弁の開弁圧以上になる衝撃波b1が発生する。

【0083】この衝撃波b1は伝播し噴射弁に到達して噴射弁を開として燃料を噴射するとともに、一部は反射し圧力が噴射弁の開弁圧以上のままの衝撃波b2となって衝撃的加圧面17b1に戻ってくる。この衝撃波b2は衝撃的加圧面17b1で反射し再び伝播し噴射弁に到達して噴射弁を開として燃料を噴射する。

【0084】このように、電流方向反転期間a3において、磁気歪部材79が伸長して最大正方向電流期間a4は磁気歪部材79が伸縮状態である。

【0085】所定のクランク角 $\theta 2$ では、PNPトランジスタA及びPNPトランジスタBにはベース電流が与えられずOFF状態になり、NPNトランジスタC及びNPNトランジスタDにはベース電流が与えられてON状態になり、電流減少化期間a5経過後に同電位状態a1になるため、第1及び第2の端子TA1、TA2の電圧が0Vである。このように、第1及び第2の端子TA1、TA2の電圧が0Vになると、応答遅れt3をもって磁気歪部材79が自由長状態となり、次の燃料噴射にそなえる。この磁気歪部材79が自由長状態となると、図9に示すように衝撃的加圧面17b1が後退することにより発生する負圧が反転して発生する正圧の衝撃波b3が衝撃的加圧面17b1直近に発生する。

【0086】プランジャ17bと磁気歪部材79が互いに固着される場合には、磁気歪部材79が伸長状態から自由長状態に収縮する短い時間にプランジャ17bも同時に移動するので、この衝撃波b3の大きさは、噴射弁の開弁圧以上となり、衝撃的加圧面17b1直近部から伝播して噴射弁に到達し、噴射弁が開となり燃料が噴射される。しかし、プランジャ17bと磁気歪部材79が互いに離間可能で、バネ82の弾発力により互いに固着される場合には、磁気歪部材79が伸長状態から自由長状態への収縮に、プランジャ17bの移動が追従できず、噴射弁の開弁圧以上の衝撃波b3は発生せず、クランク角 $\theta 2$ の直近では燃料の噴射を実施させないようにすることができる。なお、磁気歪部材79と蓋体71bとを離間可能にし、磁気歪部材79とプランジャ17bを互いに固着するようにしても、同様にクランク角 $\theta 2$ の直近では燃料の噴射を実施させないようにすることができる。

【0087】このように、この供給エネルギー制御手段は、第1の端子TA1に対して第2の端子TA2を正電位として芯部空間に逆方向の磁界を発生させ、磁気歪部材79を収縮させた後、第2の端子TA2に対して第1

の端子TA1を正電位とし、磁気歪部材79を伸長させるようにしている。従って、逆方向の磁界が作用するエネルギーを磁気歪部材79に弾性エネルギーとして蓄えることができるので、磁気歪部材79の弾性エネルギーと、大きな磁界の変化量の両方により、より大きな運動エネルギーを磁気歪部材79を介してプランジャ17bに与えることができ、大きな衝撃的高圧を発生できるため、装置を大型化することなく燃料の噴射量を増大できる。

【0088】図10は衝撃的噴射素子の端子電圧の他の出力を示す図である。この実施の形態では、クランク角 $\theta 1$ より僅かに先行するクランク角 $\theta 0$ で印加電圧を0Vから-100Vに変化させた後、クランク角 $\theta 1$ で印加電圧を-100Vから+200Vに変化させ、複数回印加電圧を反転させた後、クランク角 $\theta 2$ で印加電圧を+200Vから0Vに変化させるか、図中破線で示すように+200Vから-100Vに一旦変化させた後0Vに戻すようにしている。これによると、複数回の圧電素子の伸縮により、複数回の衝撃波b1を発生させて噴射量を増大でき、より燃料噴射ユニット44をコンパクトにできるとともに、燃料噴射に係らない長い期間において印加電圧は0Vとされるので、磁界発生コイル80には電流が流れないようにでき、電力消費量を小さくでき、また、このため磁界発生コイル80の発熱量を小さくできる。

【0089】また、この前記各実施の形態では、供給エネルギー制御手段は、第1の所定のクランク角 $\theta 0$ において、第1の端子と第2の端子との電位差を低電位あるいは0に保持した状態から、第1の端子に対して第2の端子を正電位に変化させ、この変化後第2の所定のクランク角 $\theta 1$ において、第1の端子に対する第2の端子の正電位状態から第2の端子に対して第1の端子を正電位に変化させ、この変化後第3の所定のクランク角 $\theta 3$ において、第2の端子に対する第1の端子の正電位状態から第1の端子と第2の端子との電位差を低電位あるいは0にするように変化させ、次の第1の所定のクランク角 $\theta 0$ まで、第1の端子と第2の端子との電位差を低電位あるいは0に保持する。従って、燃料を噴射しない期間において、噴射のため磁界発生コイルに負荷する逆電位及び正電位より、小さい電位を磁界発生コイルに負荷するのみであるので、電力消費量を小さくできる。また、このため、磁界発生コイルの発熱量を小さくできる。

【0090】また、供給エネルギー制御手段は、第1の所定のクランク角 $\theta 0$ において、第1の端子と第2の端子との電位差を低電位あるいは0に保持した状態から、第1の端子に対して第2の端子を正電位に変化させ、この変化後第2の所定のクランク角 $\theta 1$ において、第1の端子に対する第2の端子の正電位状態から第2の端子に対して第1の端子を正電位に変化させ、この変化後所定回、第2の端子に対して第1の端子が正電位の状態か

ら、第1の端子に対して第2の端子を正電位への変化と、この変化後第2の端子に対して第1の端子を正電位への変化とを繰返した後、第2の端子に対する第1の端子の正電位状態から第1の端子と第2の端子との電位差を低電位あるいは0にするように変化させ、次の第1の所定のクランク角 θ_0 まで、第1の端子と第2の端子との電位差を低電位あるいは0に保持する。従って、噴射しない期間において、噴射のため磁界発生コイルに負荷する逆電位及び正電位より、小さい電位を磁界発生コイルに負荷するのみであるので、電力消費量を小さくでき、また、このため、磁界発生コイルの発熱量を小さくできることに加え、複数回の噴射が可能となり、燃料の噴射量を増大できる。

【0091】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1記載の発明では、第1の端子に対して第2の端子を正電位として芯部空間に逆方向の磁界を発生させ、アーマチャをプランジャより離間させた後、第2の端子に対して第1の端子を正電位とし、アーマチャをプランジャに衝突させることにより燃料噴射させ、磁界が逆方向から変化するので、磁界の変化量を大きくとれ、大きな運動エネルギーをアーマチャに与えることができ、大きな衝撃的高圧を発生できるため、装置を大型化することなく燃料の噴射量を増大できる。

【0092】請求項2記載の発明では、アーマチャをプランジャより離間させる時、アーマチャを弾発部材で支持し、この弾発部材を変位させて磁界からアーマチャに作用するエネルギーを弾発部材に蓄えるようにさせたから、逆方向の磁界が作用するエネルギーを弾発部材に蓄えることができるので、弾発部材の弾性エネルギーと、大きな磁界の変化量の両方により、より大きな運動エネルギーをアーマチャに与えることができ、大きな衝撃的高圧を発生できるため、装置を大型化することなく燃料の噴射量を増大できる。

【0093】請求項3記載の発明では、第1の端子に対して第2の端子を正電位として芯部空間に逆方向の磁界を発生させ、磁気歪部材を収縮させた後、第2の端子に対して第1の端子を正電位とし、磁気歪部材を伸長させるから、逆方向の磁界が作用するエネルギーを磁気歪部材に蓄えることができるので、磁気歪部材の弾性エネルギーと、大きな磁界の変化量の両方により、より大きな運動エネルギーをプランジャに与えることができ、大きな衝撃的高圧を発生できるため、装置を大型化することなく燃料の噴射量を増大できる。

【0094】請求項4記載の発明では、燃料を噴射しな

い期間において、噴射のため磁界発生コイルに負荷する逆電位及び正電位より、小さい電位を磁界発生コイルに負荷するのみであるので、電力消費量を小さくでき、またこのため、磁界発生コイルの発熱量を小さくできる。

【0095】請求項5記載の発明では、噴射しない期間において、噴射のため磁界発生コイルに負荷する逆電位及び正電位より、小さい電位を磁界発生コイルに負荷するのみであるので、電力消費量を小さくでき、また、このため、磁界発生コイルの発熱量を小さくできることに加え、複数回の噴射が可能となり、燃料の噴射量を増大できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明に係る燃料噴射装置を適用した2サイクル内燃機関の構成図である。

【図2】燃料噴射装置の実施の形態の概略構成図である。

【図3】電力供給装置の回路図である。

【図4】衝撃的噴射素子の具体的な駆動回路図である。

【図5】端子電圧及び点火信号のタイミングを説明する図である。

【図6】端子電圧の波形及び衝撃的噴射素子の作動による圧力変動を示す図である。

【図7】この発明に係る燃料噴射装置を4サイクル内燃機関に適用した例を示す図である。

【図8】燃料噴射装置のさらに他の実施の形態の概略構成図である。

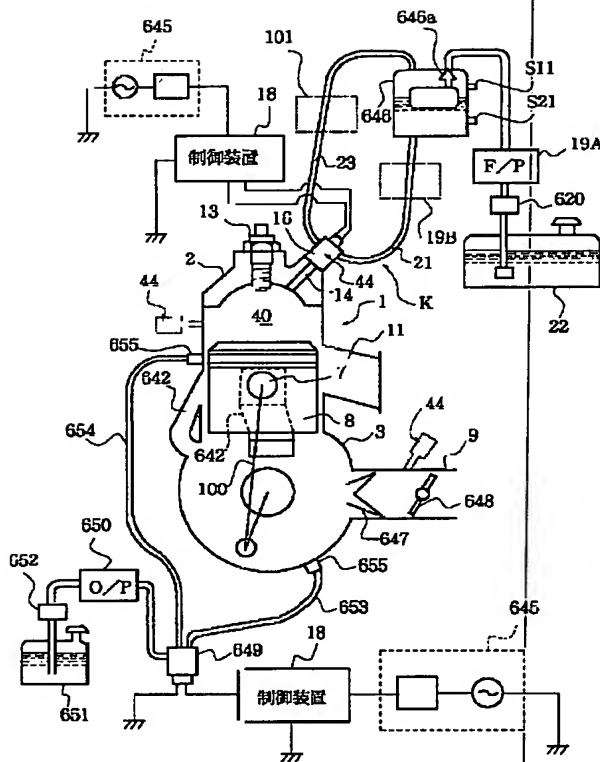
【図9】端子電圧の波形及び衝撃的噴射素子の作動による圧力変動を示す図である。

【図10】衝撃的噴射素子の端子電圧の他の出力を示す図である。

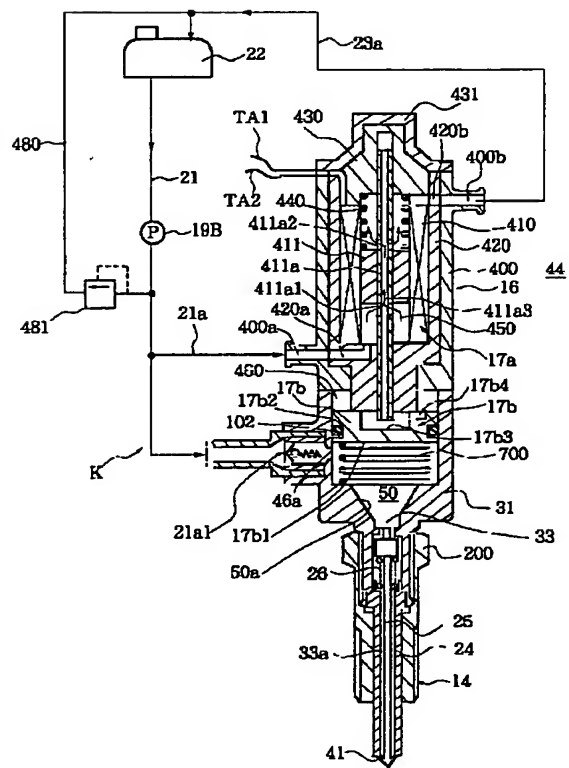
【符号の説明】

- 5 クランク軸
- 16 高圧発生装置
- 17 衝撃的高圧発生源
- 17a 衝撃的噴射素子
- 17b プランジャ
- 25 噴射弁
- 33a 噴射通路
- 40 燃焼室
- 41 噴射口
- 44 燃料噴射ユニット
- 46a 燃料入口
- 50 加圧室
- 410 磁界発生コイル
- 411 アーマチャ

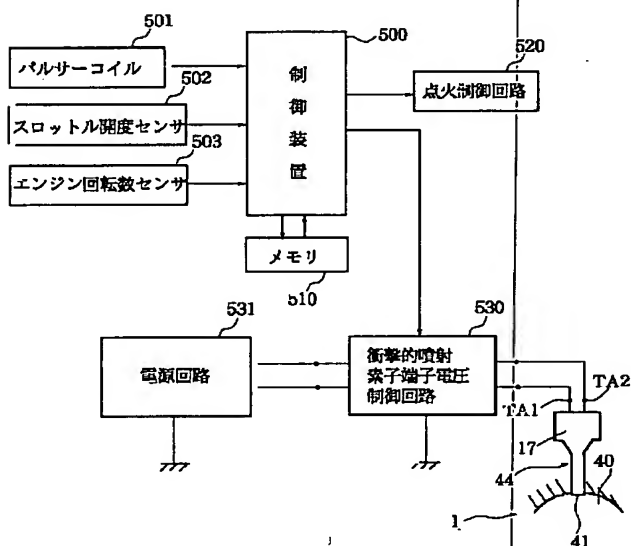
【図1】



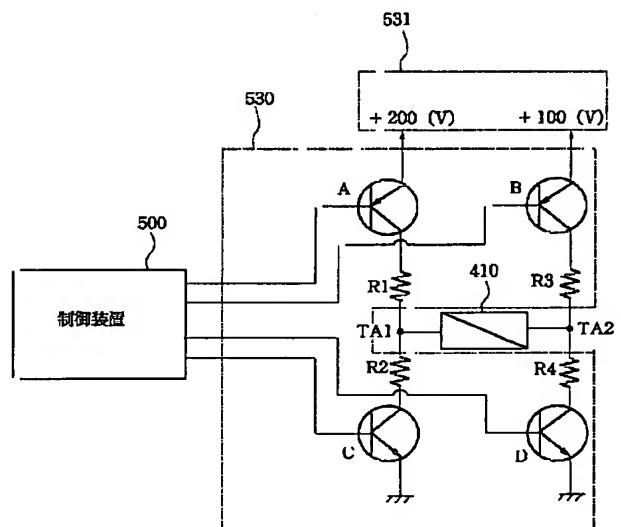
【図2】



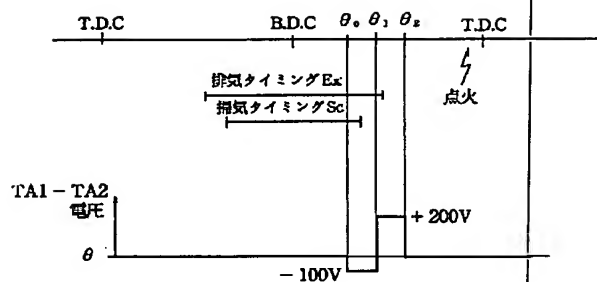
【図3】



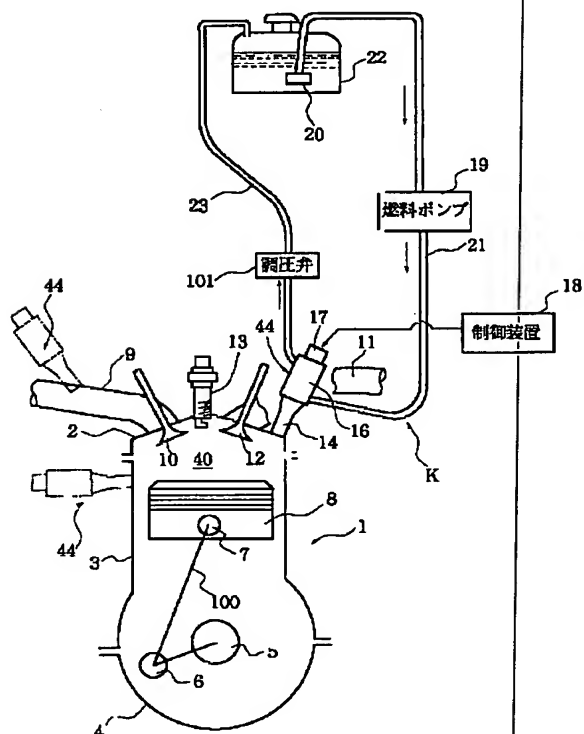
【図4】



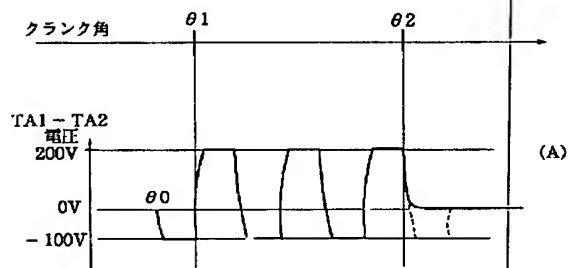
【図5】



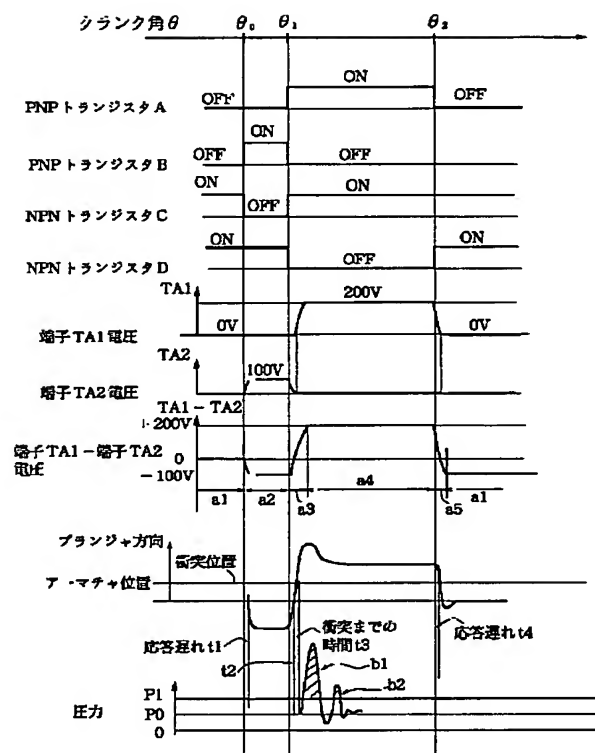
【図7】



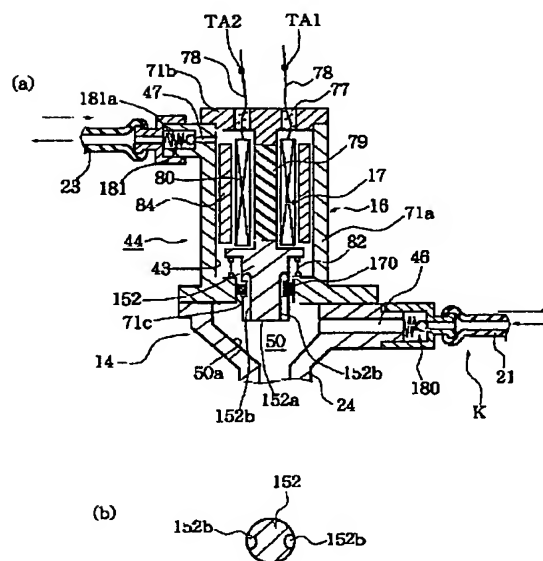
【図 10】



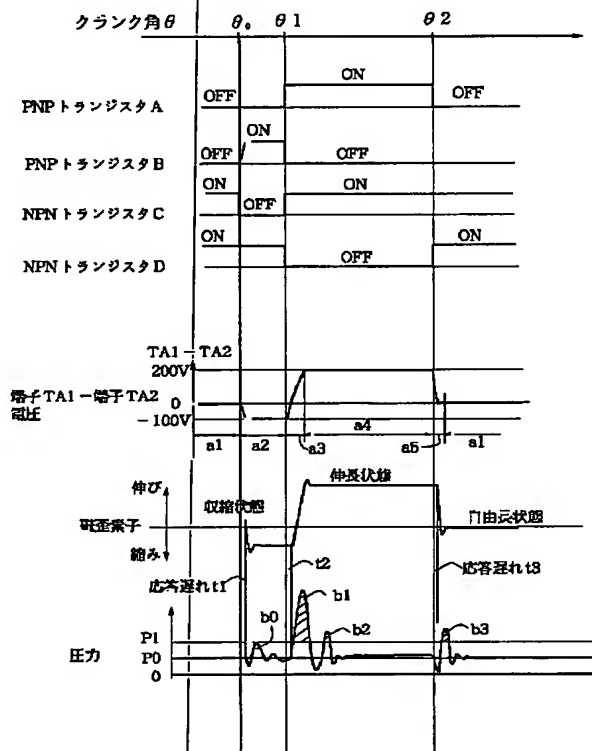
【図6】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶F02M 51/06
57/02

識別記号

FI

F02M 51/06
57/02

N